

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-346723

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl.

G01L 1/26

G01G 3/14

G01G 21/23

G01G 23/06

G01L 1/22

(21)Application number : 11-157015

(71)Applicant : BRIDGESTONE CORP

(22)Date of filing : 03.06.1999

(72)Inventor : HAMA KAZUAKI  
KOBAYASHI BUNYA

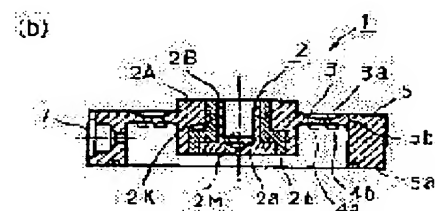
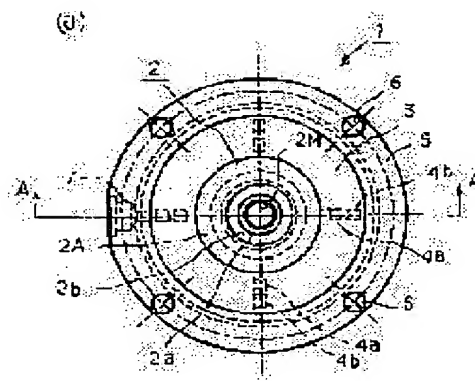
## (54) LOAD CELL

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a load cell in which a load in the vertical direction can be transmitted accurately to a strain generating body without increasing the thickness of the load cell itself by surrounding a core part being bonded to a load base with an elastic body and inserting a resilient body holder into a load receiving part body thus constituting the load receiving part.

**SOLUTION:** Load of an object being weighed mounted on a load base acts, as a vertical load, on the load receiving part 2 of a load cell 1 to cause deformation of a strain generating part 3. Strain at the strain generating part 3 is detected by strain gauges 4a, 4b attached to the rear surface at a thin part 3a of the strain generating part 3 in order to measure a load acting on the load cell 1.

Since the load receiving part 2 of the load cell 1 comprises a core part 2a being bonded to the load base and an elastic body 2b of urethane rubber, or the like, surrounding the core part 2a, horizontal load or inclination load incident to unloading of the object being weighed or temperature variation is absorbed and relaxed by the elastic body 2b. Since the strain generating part 3 is deformed only with a vertical load, the load can be measured accurately and the load cell 1 can be protected against damage due to horizontal load or inclination load.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted to registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-346723  
(P2000-346723A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターミナル*(参考)
G 0 1 L 1/26		G 0 1 L 1/26	B 2 F 0 4 9
G 0 1 G 3/14		G 0 1 G 3/14	
21/23		21/23	
23/06		23/06	C
G 0 1 L 1/22		G 0 1 L 1/22	F
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-157015

(22) 出願日 平成11年6月3日 (1999. 6. 3)

(71) 出願人 000005278

株式会社ブリヂストン

東京都中央区京橋1丁目10番1号

(72) 発明者 浜 和明

東京都小平市小川東町3-1-1 株式会  
社ブリヂストン内

(72) 発明者 小林 文弥

東京都小平市小川東町3-1-1 株式会  
社ブリヂストン内

(74) 代理人 100080296

弁理士 宮園 純一

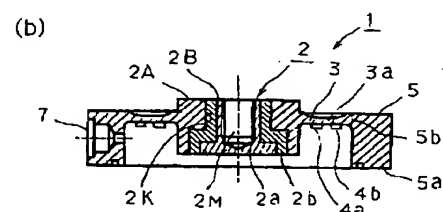
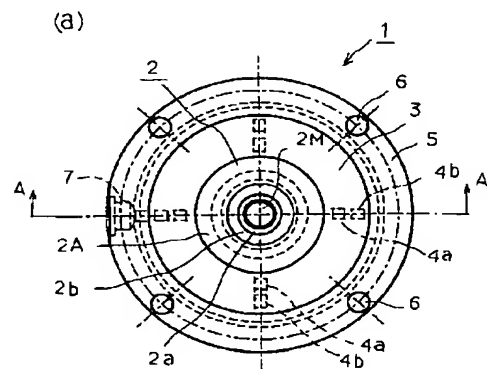
Fターム(参考) 2F049 AA16 BA13 CA01 CA05 CA09

(54) 【発明の名称】 ロードセル

(57) 【要約】

【課題】 ロードセル自身の厚さを厚くすることなく、ロードセルに作用する鉛直方向の荷重を正確に起歪体に伝達するとともに、水平方向の力や傾動荷重に対してロードセルを有効に保護して、ロードセルの測定精度と強度的信頼性とを向上させる。

【解決手段】 受荷重部2を、荷重台11と接合するための雌ネジを設けた芯部2aと上記芯部を取り囲むように形成された弾性体2bとから成るホルダ2Bと、このホルダ2Bを挿入した受荷重部本体2Aとから構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被計量物を塔載する荷重台からの荷重を受ける受荷重部と、歪み検出手段を備え上記受荷重部に作用した荷重により変形する起歪体と、上記受荷重部と上記起歪体を介して接合された周囲枠とから構成されるロードセルにおいて、上記受荷重部を、荷重台との接合部を有する芯部と上記芯部を取り囲むように形成された弾性体とから成る接合部材と、上記接合部材を挿入し、上記起歪体と接合された受荷重部本体とから構成したことを特徴とするロードセル。

【請求項2】 上記接合部を雌ネジまたは貫通孔を設けた部材、あるいは芯部から荷重台側に突出する雄ネジを有する部材により構成したことを特徴とする請求項1記載のロードセル。

【請求項3】 受荷重部本体に貫通孔を形成し、この貫通孔に上記接合部材を挿入したことを特徴とする請求項1または請求項2記載のロードセル。

【請求項4】 上記接合部材の荷重台と反対側の外形寸法を、荷重台側の外形寸法よりも大きくしたことを特徴とする請求項1～3記載のロードセル。

【請求項5】 上記芯部の荷重台と反対側の外形寸法を、荷重台側の外形寸法よりも大きくしたことを特徴とする請求項1～4記載のロードセル。

【請求項6】 受荷重部本体に凹部を形成し、この凹部に上記接合部材を挿入したことを特徴とする請求項1または請求項2記載のロードセル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、台秤、タンク、材料供給ホップ、トラックの荷台等に用いられ、荷重による変形を歪みゲージを用いて検出するロードセルの構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図15(a)は、例えば特開平7-77457号公報に記載されたトラックの車重計測に用いられる台秤20の構成を示す平面図で、図15(b)は、上記台秤20のロードセル保護部材である積層ゴム25の取付状態を示す縦断面図である。台秤20は、下部取付基部21にボルト22によりロードセル23を固着し、このロードセル23の受荷重部23Aに、積層ゴム24を介して、トラックを塔載するための上部フレーム25を取付け、上記上部フレーム25の上面に塔載されたトラックの重量を計測するものである。上記積層ゴム24は、ゴム等の弾性体25Aと金属板25Bとを交互に積層して形成したもので、下フランジ26を介して上記ロードセル23の受荷重部23Aに、上フランジ27を介して上記上部フレーム25に取付けられる。上記構成の台秤20は、ロードセル23と上部フレーム25との間に積層ゴム24を介在させ、ロードセル23が、水平方向の力や傾動荷重などの、荷重を検出する方向以

外の不用な力を受けたときに、上記積層ゴム24により上記不用な力を吸収することにより、ロードセル23に不用な力を直接受けさせないようにし、ロードセル23の測定精度と耐久性の向上を図るようにしたものである。

【0003】また、図16は、特開平8-159858号公報に記載された台秤30の構成を示す図で、この台秤30は、ロードセル23の上面と上部フレーム25下面にそれぞれ固定された二枚の板状部材31、32の間に、上記両板状部材31、32に接触させて設けられた高剛性を有する球状、樽状あるいは回転楕円体形状の垂直荷重支持部材35Aと、上記垂直荷重支持部材35Aを内包する弾性体35Bとから成るロードセル保護部材35を設けたもので、ロードセル23が水平方向の力や傾動荷重などの不用な力を受けたときには、上記垂直荷重支持部材35Aが転動することにより上記不用な力を吸収し、ロードセル23に直接水平方向や傾動方向の力を受けさせないようにしたものである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の台秤20及び台秤30では、ロードセル保護部材を構成する積層ゴム25や垂直荷重支持部材35Aがロードセル23の上部に設置されているため、上記保護部材を含めたロードセルユニットの厚みが大きくなってしまふといった問題点があった。更に、上記台秤20では、弾性体25Aと金属板25Bとの接着力により保護部材である積層ゴム25の強度を保持しているの、鉛直上方向の力に対しては強度が弱く、信頼性に乏しいといった問題点があった。また、上記台秤30では、高剛性の球状や樽状の垂直荷重支持部材35Aを作製し、かつ上記形状の垂直荷重支持部材35Aを弾性体35Bにより内包する必要があるため、ロードセル保護部材の作製工程が複雑で、かつコスト高になるといった問題点があった。

【0005】本発明は、従来の問題点に鑑みてなされたもので、ロードセル自身の厚さを厚くすることなく、ロードセルに作用する鉛直方向の荷重を正確に起歪体に伝達するとともに、水平方向の力や傾動荷重に対してロードセルを有効に保護して、ロードセルの測定精度と強度的信頼性とを向上させることを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載のロードセルは、荷重台からの荷重を受ける受荷重部を、荷重台との接合部を有する芯部と上記芯部を取り囲むように形成された弾性体とから成る接合部材と、上記接合部材を挿入し、上記起歪体と接合された受荷重部本体とから構成したものである。

【0007】請求項2に記載のロードセルは、上記接合部を雌ネジまたは貫通孔を設けた部材、あるいは芯部から荷重台側に突出する雄ネジを有する部材により構成し

たものである。

【0008】請求項3に記載のロードセルは、受荷重部本体に貫通孔を形成し、この貫通孔に上記接合部材を挿入したものである。

【0009】請求項4に記載のロードセルは、上記接合部材の荷重台と反対側の外形寸法を、荷重台側の外形寸法よりも大きく形成したものである。

【0010】請求項5に記載のロードセルは、上記芯部の荷重台と反対側の外形寸法を、荷重台側の外形寸法よりも大きく形成したものである。

【0011】請求項6に記載のロードセルは、受荷重部本体に凹部を形成し、この凹部に上記接合部材を挿入したものである。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面に基づき説明する。

実施の形態1. 図1は、本発明の実施の形態1に係わるロードセル1の構成を示す図で、(a)図は平面図、

(b)図は(a)図のA-A断面図である。また、図2は上記ロードセル1を4台用いた天秤10の構成を示す模式図で、(a)図はその正面図、(b)図はロードセル1と荷重台11との接合部の詳細を示す図である。ロードセル1は、図1及び図2に示すように、被計量物を搭載する荷重台11からの荷重を受ける円柱状の受荷重部2と、この受荷重部2の外周に上記受荷重部2と一体に構成され、上記受荷重部2に作用した荷重により変形する薄棒状の起歪体3と、上記起歪体3の薄肉部3aの裏面(荷重台11と反対側の面)に貼着された複数の歪みゲージ4a、4bと、下面5aでロードセル1の取付台12に固定され、側面5bにおいて上記起歪体3を介して上記受荷重部2と接合された周囲枠5とから構成されており、上記起歪体3は、上記周囲枠5との接合部

(外周)上記受荷重部2との接合部(内周)が固定され、円周上に荷重を受ける円環板状構造となっている。なお、6はロードセル1を取付台12に固定するための固定ネジ穴である。また、7は上記周囲枠5の側面に設けられた、上記各歪みゲージ4a、4bの測定端子からの測定ケーブルをロードセル1の外部に引き出すための引き出し部で、上記測定ケーブルは、図外の歪み検出回路に接続される。また、ロードセル1は、上記受荷重部2と上記起歪体3と上記周囲枠5とが一体に形成されるとともに、受荷重部2の上面の高さを上記起歪体3と上記周囲枠5の上面の高さよりも所定の大きさだけ高く設定し、荷重台11が荷重により下方に移動したときに、上記荷重台11と上記起歪体3及び上記周囲枠5とが接しないようにしている。

【0013】受荷重部2は、その中央に、下部側(荷重台11と反対側)の内径が上部側(荷重台11側)の内径よりも大きい貫通孔2Kを有する受荷重部本体2Aと、荷重台11との接合部となる雌ネジ2Mが形成さ

れ、下部側の外径が上部側の外径よりも大きな外径の柱状の芯部2aと、上記芯部2aを取り囲むように形成されたウレタンゴム等から成る弾性体2bとを備えた接合部材(以下、ホルダという)2Bとから成り、このホルダ2Bを上記受荷重部本体2Aの貫通孔2Kに挿入して形成される。また、各ロードセル1と荷重台11は、図2(a)、(b)に示すように、ボルト11Mを、荷重台11に設けられた取付穴11pから上記受荷重部2の雌ネジ2M螺入することにより接合される。

【0014】次に、上記構成の天秤10の動作について説明する。荷重台11に被計量物Xが搭載されると、図3に示すように、この被計量物Xの荷重が荷重台11に $W_x$ として働き、それが各ロードセルに分配され、あるロードセル1には力Pとしてロードセル1の受荷重部2に作用する(分配率は被計量物Xの位置によって異なる)。受荷重部2が荷重により下方に変位することにより、受荷重部2にその内周が、周囲枠5にその外周が固定された円環構造の起歪体3が変形する。この起歪体3の歪み量を、上記起歪体3の薄肉部3aの裏面に貼着された歪みゲージ4a、4bにより検出し、その歪み量によりこのロードセル1に作用した荷重を求める。同様に他のロードセルからの荷重も求め、これらを合計することにより、被計量物Xの重量を求めることができる。本発明の受荷重部2は、荷重台11と接合する芯部2aと、この芯部2aを取り囲むように形成された弾性体2bとから構成されているので、荷重台11からの鉛直荷重Pは直接受荷重部本体2Aに伝達される。被計量物Xを載せたり降ろしたりする際に発生する水平荷重 $F_x$ 、荷重台11の温度変化による熱伸縮により発生する水平荷重 $F_y$ 、被計量物Xを載せることにより荷重台11が変形することにより発生する傾動荷重 $M_x$ などが、ホルダ2Bの芯部2aに荷重F、モーメントMとして作用するが、それらを芯部2a周囲に配置された弾性体2bにより吸収・緩衝するので、ロードセル1に悪影響を及ぼす恐れのある力が伝達されない。これにより、起歪体2は上記鉛直荷重Pのみにより変形するので、正確な荷重測定を行うことができるとともに、上記水平荷重 $F_x$ 、 $F_y$ や傾動荷重 $M_x$ に起因するロードセル1の破損を防ぐことができる。また、ロードセル1に荷重台11を取付ける際、荷重台11が変形していた場合でも、上記変形によるボルトの傾きを上記弾性体2bにより吸収できる。

【0015】なお、受荷重部2を、図4(a)、(b)に示すように、受荷重部本体2Aと起歪体3の高さをとをほぼ等しくするとともに、ホルダ2Bの芯部2aを所定の高さだけ受荷重部本体2Aの上面より突出させ、上記芯部2aの突出した部分の回りを弾性体2cで取り囲むような構成とすれば、水平荷重及び傾動荷重を更に確実に吸収することができ、荷重測定を更に正確に行うことができる。

【0016】また、本実施の形態1では、ホルダ2Bの

芯部2aの下部の径を上部の径よりも大きく形成しているため、大きな上向きの力が作用した場合には、弾性体2bが破壊しても芯部2a自体が受荷重部本体2Aから抜けることがないので、強度的信頼性も向上する。更に、図5(a), (b)に示すように、ホルダ2Bと受荷重部本体2Aとを、ホルダ2Bの下部(径が大きい側)からピン2Pにより接合すれば、上記ホルダ2Bの芯抜けを確実に防止することができるとともに、上記ボルト11Mの締めまたは弛め時における芯回りをも確実に防止することができる。あるいは、図6(a),

(b)に示すように、芯2aの下部及び受荷重部本体2Aに形成する貫通孔2Kの断面形状を、長円、楕円または長方形とすれば、ホルダ2Bの芯抜け防止と芯回りとを更に確実に防止することができる。

【0017】なお、上記例では、受荷重部2の荷重台11との接合部を、雌ネジ2Mを切った芯部2aにより構成したが、図7(a)に示すように、受荷重部本体2Aに埋め込まれた芯部本体から荷重台11側に突出する雄ネジ2Nを有する芯部2aにより構成してもよい。この場合には、荷重台11の上記雄ネジ2Nに対応する部分に貫通孔を設け、ナット等により、荷重台11と受荷重部2とを接続する。あるいは、図7(b)に示すように、貫通孔2Qを設けた芯部2aにより接合部を構成し、例えばボルトとナットを用いて、荷重台11と受荷重部2とを接続するようにしてもよい。

【0018】更に、上記ホルダ2Bの構成としては、図8(a)に示すように、ホルダ2Bを、長さ方向に雌ネジを切った円柱とし、受荷重部本体2Aに内径が一定な貫通孔2Kを設けたような単純な構造であっても、水平荷重及び傾動荷重を吸収することができ、荷重測定を正確に行うことができることはいうまでもない。また、受荷重部2をこのような構成にすることにより、ロードセル1全体を一体成形することができる。また、図8

(b), (c)に示すように、荷重台11との接合部を、受荷重部本体2Aに埋め込まれた芯部本体から荷重台11側に突出する雄ネジ2Nを有する構成の芯部2aや貫通孔2pを設けた芯部2aにより構成してもよい。

【0019】あるいは、図9(a), (b)に示すように、受荷重部2を、受荷重部本体2Aに凹部2Sを形成し、この凹部2Sに雌ネジを切った円柱状の芯部2aあるいは芯部本体から荷重台11側に突出する雄ネジ2Nを有する構成の芯部2aを有するホルダ2を挿入してもよい。

【0020】このように、本実施の形態1によれば、受荷重部2を、荷重台11と接合するための雌ネジを設けた芯部2aと上記芯部を取り囲むように形成された弾性体2bとから成るホルダ2Bと、このホルダ2Bを挿入した受荷重部本体2Aとから構成したので、荷重台11からの鉛直荷重Pは直接受荷重部本体2Aに伝達され、水平荷重Fや傾動荷重は上記弾性体2bにより吸収さ

れ、ロードセル1に伝達されないで、正確な荷重測定を行うことができるとともに、上記水平荷重Fや傾動荷重に起因するロードセル1の破損を防ぐことができる。更に、上記芯部2a及びホルダ2Bの下側の外径寸法を上側の外形寸法よりも大きく形成したので、大きな上向きの力が作用した場合にでも芯部2a自体が受荷重部本体2Aから抜けることがないので、強度的信頼性を向上させることができる。

【0021】なお、上記実施の形態1では、平面形状が円形のロードセルについて説明したが、ロードセルの平面形状はこれに限るものではなく、四角形でもよいし、多角形でもよい。

【0022】実施の形態2. 上記実施の形態1では、4台のロードセルを用いた一般的な台秤10について説明したが、図10に示すように、ロードセルを2台用いて台秤10Aを構成することも可能である。図11は、上記台秤10Aに用いられるロードセル101の構成を示す図で、長方形板状の受荷重部2と、上記受荷重部2の周囲に設けられた枠状の周辺部5と、上記受荷重部2の長手方向の四隅に、上記受荷重部2と上記周辺部5との間を橋絡するように設けられた梁状の起歪体3とから構成されている。また、上記受荷重部2の荷重部本体2Aの上記起歪体3側には、それぞれ、荷重台11との接合部材であるホルダ2Bを挿入するための、下部側の内径が上部側の内径よりも大きい貫通孔2Kが設けられ、上記貫通孔2Kにホルダ2Bが挿入される。ここで、上記ホルダ2Bとして、例えば、上記図1あるいは図4～図7に示すようなホルダが用いることにより、水平荷重や傾動荷重が上記ロードセル101に伝達されないようにできるので、正確な荷重測定を行うことができる。なお、同図において、8は上記台秤10Aに被計量物を誘導するための斜面を有する周囲枠、で9は図外の歪み検出回路に接続される歪みゲージの測定ケーブルである。

【0023】実施の形態3. 上記実施の形態1, 2では、複数のロードセルを用いた台秤10, 10Aについて説明したが、1台のロードセルにより台秤を構成することもできる。図12は、平面形状が四角形のロードセル102の一構成例で、図13は、上記構成のロードセル102を用いた台秤10Bの構成を示す図である。ロードセル102は、矩形板状の受荷重部2と、上記受荷重部2の周囲に設けられた枠状の周辺部5と、上記受荷重部2の対角線上の四隅に、上記受荷重部2と上記周辺部5との間を橋絡するように設けられた梁状の起歪体3とから構成されている。上記受荷重部2の荷重部本体2Aの四隅には、それぞれ、荷重台11と接合するための雌ネジ2Mを設けた芯部2aと上記芯部を取り囲むように形成された弾性体2bとから成るホルダ2Bが挿入され、荷重台11とロードセル102とは、弾性体のシート2dを介して接合される。

【0024】このように、1つのロードセルに1枚の荷

重台を複数のボルトなどで締結すると、上記荷重台に被計量物を載せ、荷重が作用した際に、ロードセルの受荷重部と上記荷重台の変形が一致せず、これによりボルトを介してロードセルに水平荷重や傾動荷重が働き、荷重測定 of 正確性を損なう場合があったが、本実施の形態3の台秤10Bは、図14に示すように、ホルダ2B及びシート2dとにより、水平荷重F及び傾動荷重Mを吸収することができるので、荷重測定を正確に行うことができる。

#### 【0025】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、荷重台からの荷重を受ける受荷重部を、荷重台との接合部を有する芯部と上記芯部を取り囲むように形成された弾性体とから成る接合部材と、上記接合部材を挿入するとともに、上記起歪体と接合される受荷重部本体とから構成し、水平荷重や傾動荷重を上記弾性体により吸収してロードセルに伝達されないようにしたので、正確な荷重測定を行うことができるとともに、上記水平荷重や傾動荷重に起因するロードセルの破損を防ぐことができる。

【0026】請求項2に記載の発明によれば、上記接合部を雌ネジまたは貫通孔を設けた部材、あるいは芯部から荷重台側に突出する雄ネジを有する部材により構成したので、簡単な構成でロードセルを荷重台に接合することができる。

【0027】請求項3に記載の発明によれば、受荷重部本体に貫通孔を形成し、この貫通孔に上記接合部材を挿入したので、単純な構造で水平荷重及び傾動荷重を吸収することができるとともに、ロードセル全体を一体成形することができる。

【0028】請求項4に記載の発明によれば、上記接合部材の荷重台と反対側の外形寸法を、荷重台側の外形寸法よりも大きく形成したので、接合部材の受荷重部本体から抜けを防止することができる。

【0029】請求項5に記載の発明によれば、上記芯部の荷重台と反対側の外形寸法を、荷重台側の外形寸法よりも大きく形成したので、大きな上向きの力が作用した場合にでも、芯部自体が受荷重部本体から抜けることがないので、強度的信頼性を向上させることができる。

【0030】請求項6に記載の発明によれば、受荷重部本体に凹部を形成し、この凹部に上記接合部材を挿入す

るようにしたので、受荷重部を容易に形成することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施の形態1に係わるロードセルの構成を示す平面図である。

【図2】 本実施の形態1に係わるロードセルの構成を示す断面図である。

【図3】 本実施の形態1に係わる台秤の構成を示す模式図である。

【図4】 本実施の形態1に係わるホルダの構成を示す図である。

【図5】 本実施の形態1に係わるホルダの他の構成を示す図である。

【図6】 本実施の形態1に係わるホルダの他の構成を示す図である。

【図7】 本実施の形態1に係わるホルダの他の構成を示す図である。

【図8】 本実施の形態1に係わるホルダの他の構成を示す図である。

【図9】 本実施の形態1に係わるホルダの他の構成を示す図である。

【図10】 本実施の形態2に係わる台秤の模式図である。

【図11】 本実施の形態2に係わるロードセルの構成を示す図である。

【図12】 本実施の形態3に係わるロードセルの構成を示す図である。

【図13】 本実施の形態3に係わる台秤の模式図である。

【図14】 ロードセルが1台の場合の受荷重部荷重部の状態を示す図である。

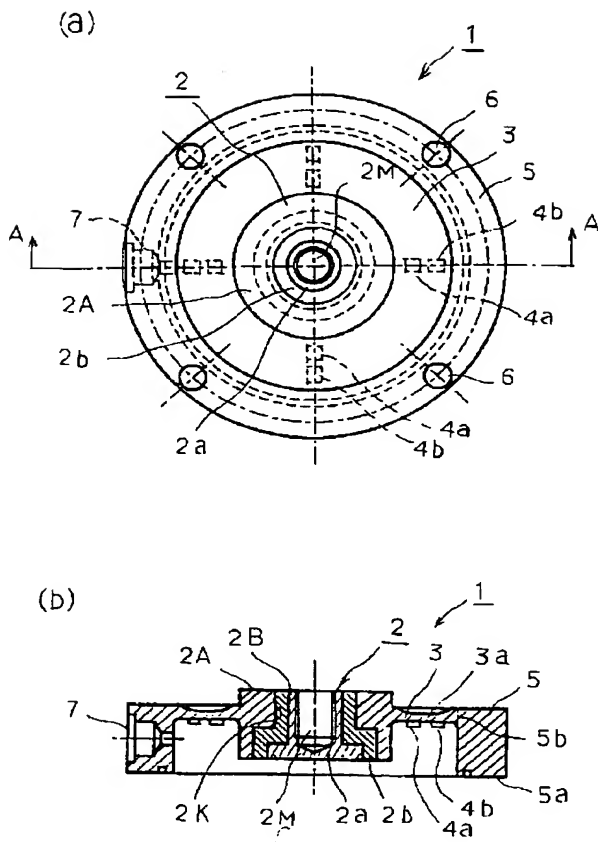
【図15】 従来のロードセルの構成を示す図である。

【図16】 従来のロードセルの他の構成を示す図である。

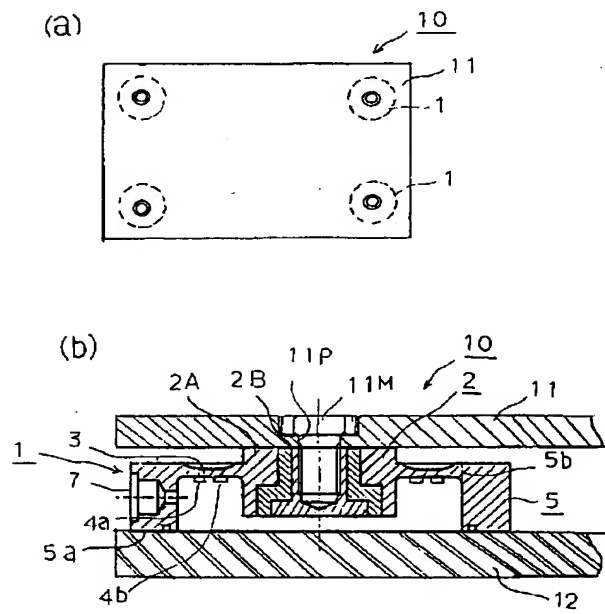
#### 【符号の説明】

1 ロードセル、2 受荷重部、2A 受荷重部本体、2K 受荷重部本体の貫通孔、2B ホルダ（接合部材）、2a 芯部、2b 弾性体、2M 雌ネジ、3 起歪体、4a、4b 歪みゲージ、5 周囲枠、6 固定ネジ穴、7 引き出し部、10 台秤、11 荷重台、12 取付台。

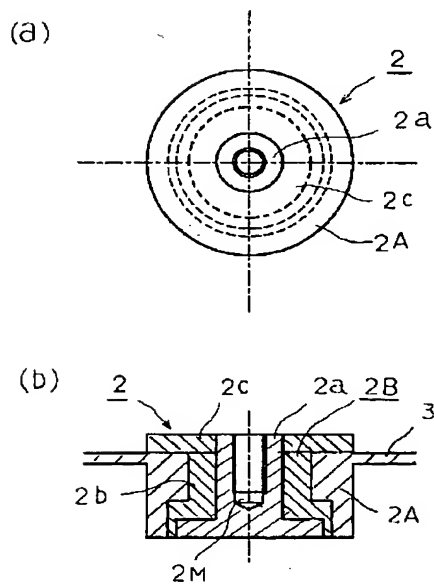
【図1】



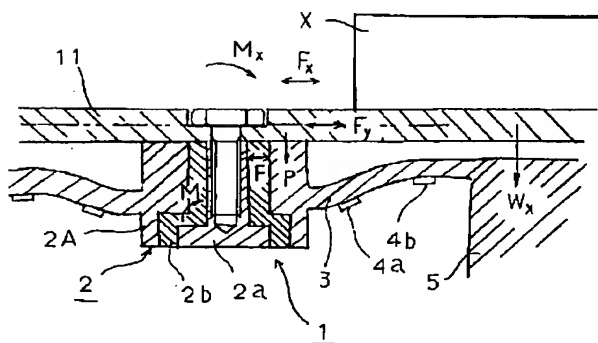
【図2】



【図4】

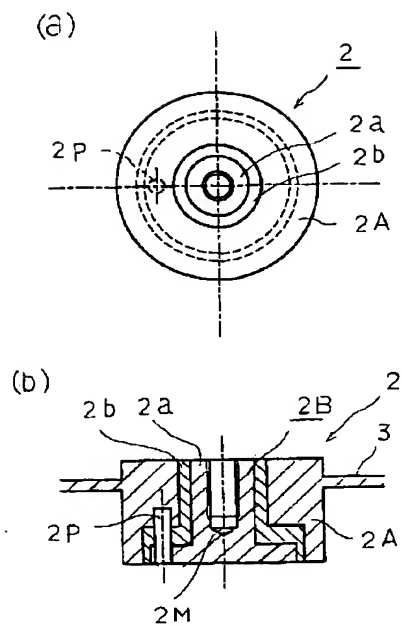


【図3】

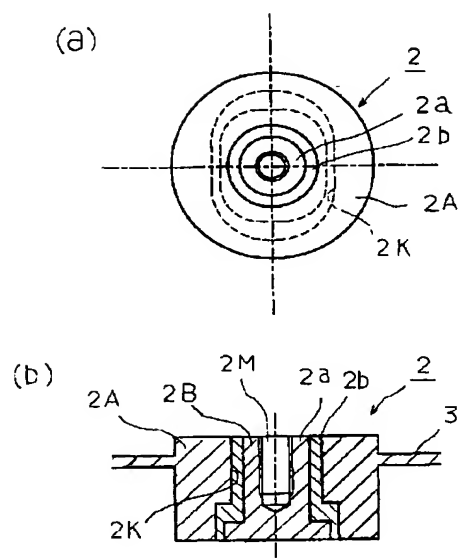




【図5】

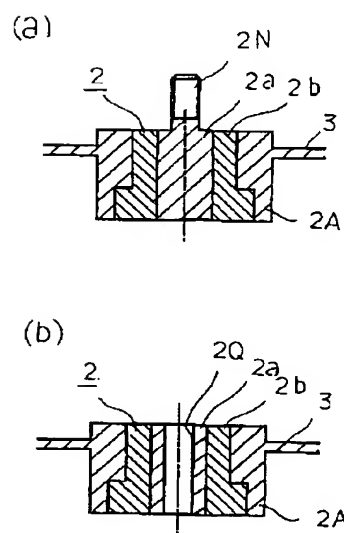


【図6】

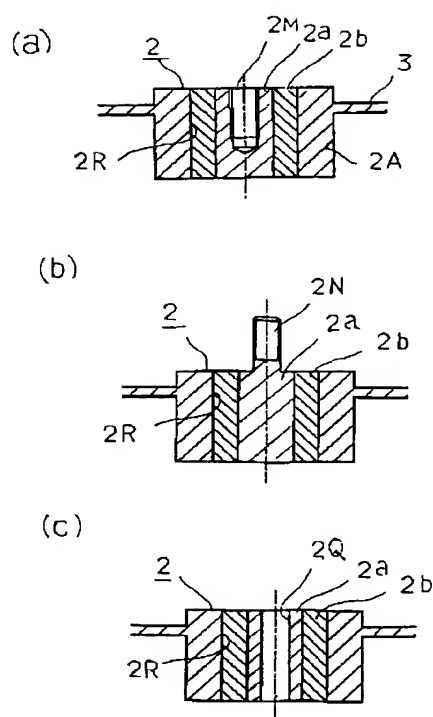


【図9】

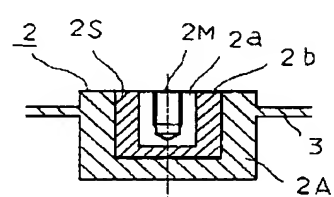
【図7】



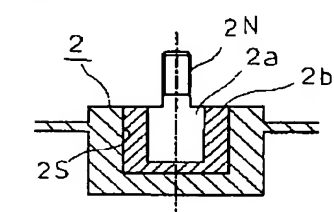
【図8】



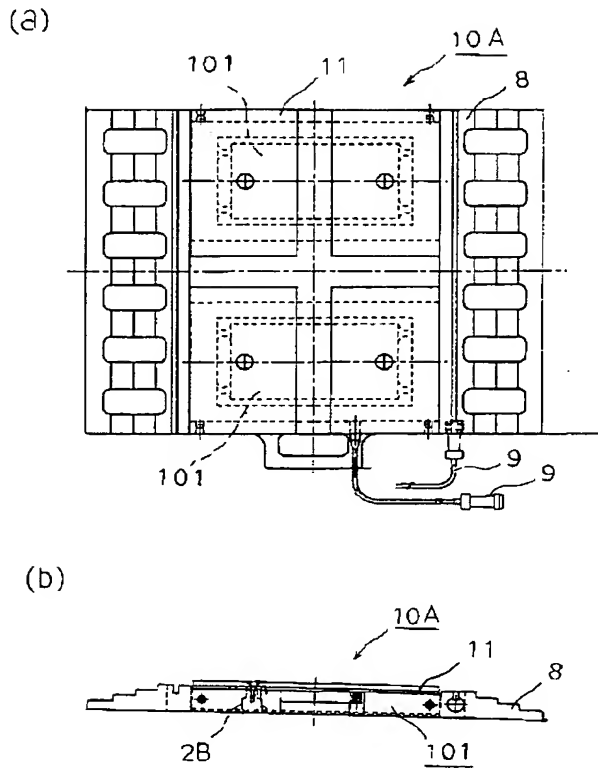
(a)



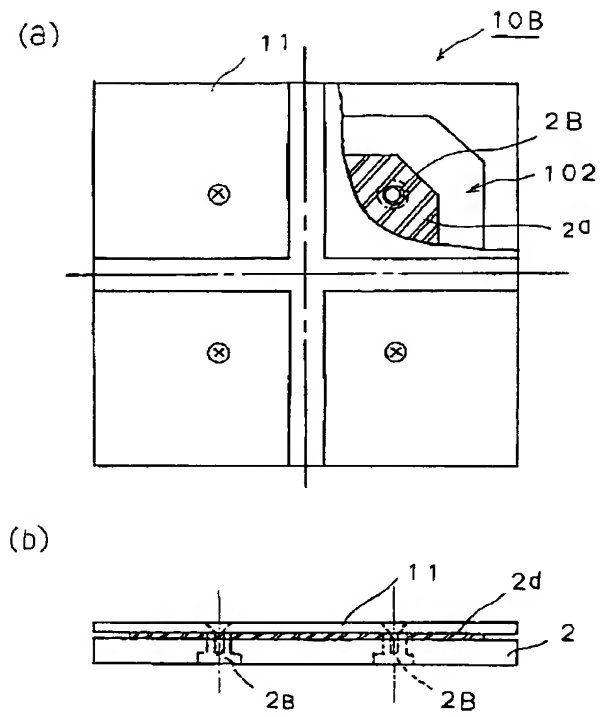
(b)



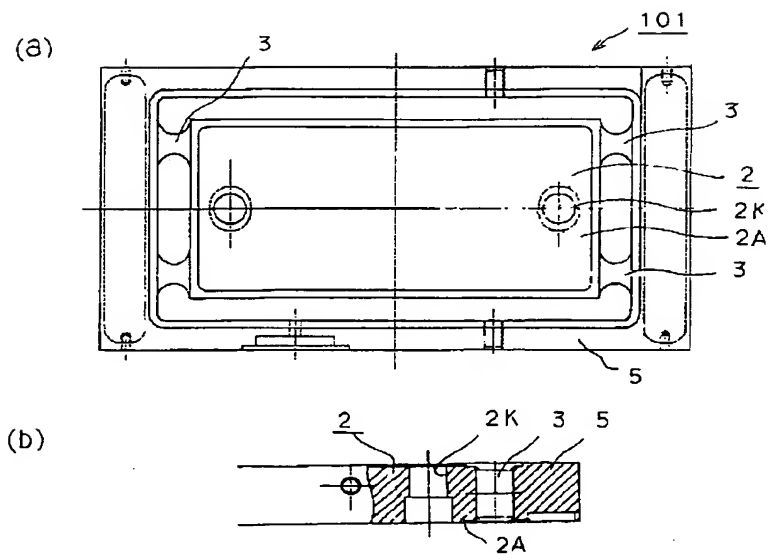
【図 10】



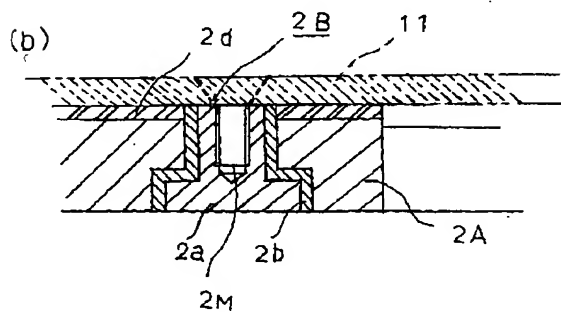
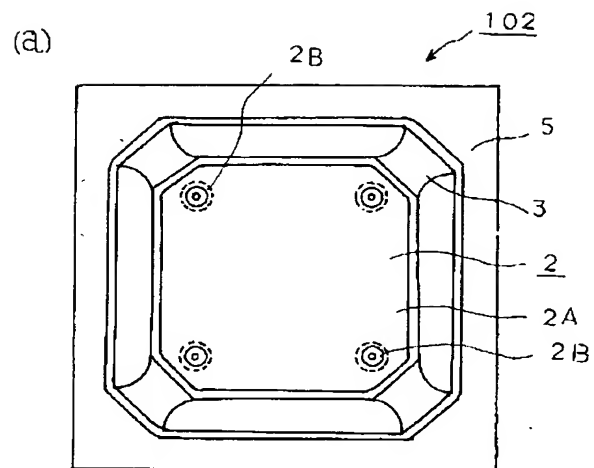
【図 13】



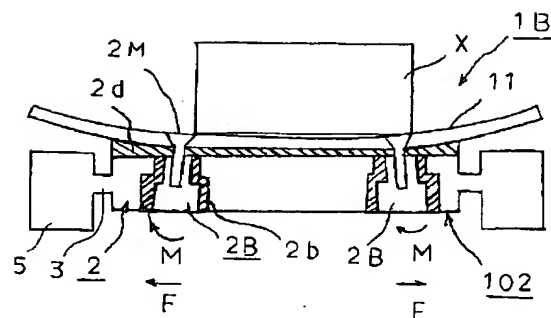
【図 11】



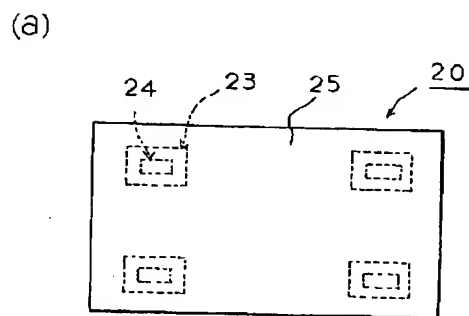
【図12】



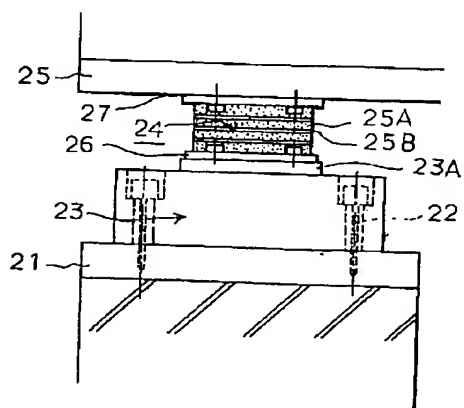
【図14】



【図15】



(b)



【図16】

